

#### Список использованных источников

1. Бобылев С. Н., Аверченков А. А., Соловьева С. В., Кирюшин П. А. Энергоэффективность и устойчивое развитие / отв. ред. В. М. Захаров. М. : Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2010. 148 с.
2. СП 252.1325800.2016 Здание дошкольные образовательных организаций, правила проектирования.
3. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий.
4. Андреева Т. А., Завьялов А. С., Велькин В. И. Исследование эффективности светодиодных светильников в комплексе с солнечными ФЭП // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 4. С. 79–81.
5. ТСН Свердловской области 23-301-2004 Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий.
6. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
7. СП 251.1325800.2016 Здание общеобразовательных образовательных организаций, правила проектирования.
8. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

УДК 621.311.1

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА STATISTICA**

### **ASSESSMENT OF THE IMPACT OF VARIOUS FACTORS ON THE CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY WITH THE APPLICATION OF THE PROGRAM COMPLEX STATISTICA**

Шаюхов Т. Т., Ковалев А. А.

Уральский государственный университет путей сообщения,  
г. Екатеринбург, shayuhov@list.ru

Shayuhov T. T., Kovalev A. A.

Ural state University of railway transport, Ekaterinburg

**Аннотация:** Работа посвящена вопросу влияния различных факторов на потребление электрической энергии (ЭЭ) промышленным предприятием. С помощью системы математических соотношений и с применением программного пакета Statistica исследуются факторы, в наибольшей степени влияющие на электропотребление.

**Abstract:** The paper addresses the issue of the influence of different factors on electric energy consumption of an industrial enterprise. Through a system of mathematical relationships and using the software package Statistica examines the factors that have the greatest influence on power consumption.

**Ключевые слова:** электропотребление, линейная регрессия, факторы, программный комплекс.

**Key words:** power consumption, linear regression, factors, software package.

Расход электроэнергии на промышленных предприятиях зависит от множества факторов. Эти факторы с течением времени влияют на электропотребление случайным образом, представляя собой неопределенные функции. Следует выделять факторы, которые наиболее значимо влияют на изменение расхода электроэнергии.

Для определения влияния факторов на электропотребление следует представить сложную систему производственного потребления электроэнергии в виде уравнения множественной линейной регрессии, учитывающего взаимосвязь между факторами и позволяющего оценить степень влияния того или иного фактора на выходную величину [1].

Потребление электроэнергии можно представить уравнением (1):

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

где  $y$  – потребление ЭЭ;

$x_1-x_n$  – независимые переменные величины (факторы, влияющие на потребление ЭЭ);

$b_0-b_n$  – коэффициенты множественной линейной регрессии.

Факторы в представленной модели могут быть самыми разнообразными. Они определяются с помощью логического анализа, а проверяются формальными приемами статистики.

Среди всех возможных факторов следует выделить наиболее значимые. Для этого необходимо оценить степень влияния каждого из факторов на результирующую величину  $y$ . Для этого рассчитывают все возможные комбинации парных коэффициентов корреляции между  $y$  и факторами  $x$ .

В качестве тестовой выборки принимались данные об электропотреблении одного из цехов промышленного предприятия (рисунок).

	1 Месяц	2 Потребление ЭЭ, кВт·ч	3 Кол-во произвед. прод., шт (x1)	4 HDD15.5 (x2)	5 Потери в цеховых сетях, кВт·ч (x3)	6 Стоимость тонны алюминия, \$ (x4)
1	1	519907	14195	933,86	14296,6651	1663
2	2	568663	15588	672,4	15637,3822	1723,5
3	3	522381	20395	513,5	14364,6964	1743
4	4	478506	19717	365,47	13158,1995	1736
5	5	410094	15033	90,54	11276,9718	1823
6	6	455519	15896	26,26	12526,0914	1837
7	7	491608	21276	67,21	13518,4849	1964
8	8	531263	34217	23,84	14608,5381	2081
9	9	592300	38478	205,69	16289,5643	1898
10	10	617986	37679	488,72	16993,691	2056,5
11	11	577746	38736	646,6	15987,1511	2020,5
12	12	552436	27051	759,16	15191,164	1831

Данные для анализа процесса электропотребления

В пакете анализа данных Statistica [2] были найдены значения парных корреляций между переменными, выделены два наиболее значимых фактора.

Для рассматриваемого случая получили уравнение множественной регрессии вида (2):

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \quad (2)$$

Значения  $y$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  известны, а коэффициенты  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  отыскиали с помощью инструмента «МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ» в пакете Statistica.

После подстановки найденных коэффициентов, уравнение регрессии принимает вид:

$$y = 366555,6 + 4,76x_1 + 100,43x_2$$

Располагая численными значениями факторов  $x_1$ ,  $x_2$ , можно прогнозировать количество потребляемой электроэнергии.

Для оценки качества построенной модели в программном пакете Statistica проводится процедура анализа остатков. Если наблюдается нормальное распределение на гистограмме остатков и на графике остатки ложатся на прямую, то это свидетельствует о хорошем качестве модели. Значимость модели также можно проверить с помощью критерия Фишера, должно выполняться условие (3):

$$F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}} \quad (3)$$

Рассматриваемая модель электропотребления, основанная на уравнении линейной регрессии, является достаточно универсальной [3]. Располагая данными о воздействующих факторах на потребление электрической энергии, можно оценивать степень их влияния при помощи рассмотренных инструментов, строить зависимости и прогнозировать потребление с учетом этих факторов.

#### Список использованных источников

1. Идиятуллин Р. Г., Бакиров А. Р. Оптимальное управление силовым приводом подвижного состава по критерию минимума электропотребления // Проблемы энергетики: Известия высших учебных заведений / Казанский гос. энерг. ун-т. 2006. № 3–4. С. 47–55.
2. Ковалев А. А. Комплексное внедрение инноваций на железнодорожном транспорте России // А. А. Ковалев, Ф. С. Несмелов, А. В. Микава, А. А. Кардаполов, Н. А. Исаков // Транспортное дело России. 2013. № 4. С. 24–26.
3. Шаюхов Т. Т. Математическое моделирование влияния внешних факторов на параметры электропотребления // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9. № 5. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/101TVN517.pdf> (дата обращения 20.11.2017).